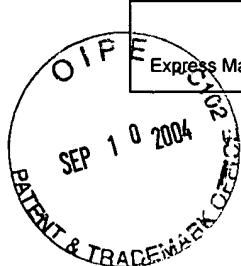


09-13-04

FFW



Express Mail Label No.

Dated: \_\_\_\_\_

Docket No.: 03702/0201769-US0  
(PATENT)

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:  
Hajime Oyama

Application No.: 10/925,300

Confirmation No.:

Filed: August 24, 2004

Art Unit: N/A

For: WAKEFULNESS ESTIMATING APPARATUS  
AND METHOD

Examiner: Not Yet Assigned

### CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

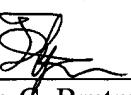
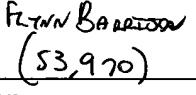
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

Country	Application No.	Date
Japan	2003-301997	August 26, 2003

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: September 10, 2004

Respectfully submitted,

By    
(53,970)

Laura C. Brutman

Registration No.: 38,395  
DARBY & DARBY P.C.  
P.O. Box 5257  
New York, New York 10150-5257  
(212) 527-7700  
(212) 753-6237 (Fax)  
Attorneys/Agents For Applicant



Application No. (if known): 10/925,300

Attorney Docket No.: 03702/0201769-US0

## Certificate of Express Mailing Under 37 CFR 1.10

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as Express Mail, Airbill No. \_\_\_\_\_ in an envelope addressed to:

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

on September 10, 2004  
Date

*EV 367697153 - us*

*B.W. Lee*  
Signature

*B.W. Lee*  
Typed or printed name of person signing Certificate

Note: Each paper must have its own certificate of mailing, or this certificate must identify each submitted paper.

Claim for Priority and Submission of Documents  
JP 2003 301997  
Return receipt postcard

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 2003年 8月26日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-301997  
Application Number:

[ST. 10/C] : [JP2003-301997]

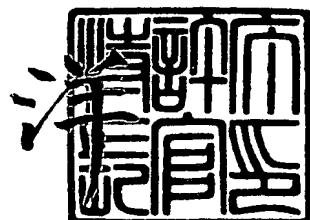
願人 富士重工業株式会社  
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2004年 8月30日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3077308

【書類名】 特許願  
【整理番号】 P-17234  
【提出日】 平成15年 8月26日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 B60K 28/00  
【発明者】  
  【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿一丁目 7番 2号 富士重工業株式会社内  
  【氏名】 小山 哉  
【特許出願人】  
  【識別番号】 000005348  
  【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿一丁目 7番 2号  
  【氏名又は名称】 富士重工業株式会社  
【代理人】  
  【識別番号】 100076233  
  【弁理士】  
  【氏名又は名称】 伊藤 進  
【手数料の表示】  
  【予納台帳番号】 013387  
  【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
  【物件名】 特許請求の範囲 1  
  【物件名】 明細書 1  
  【物件名】 図面 1  
  【物件名】 要約書 1  
  【包括委任状番号】 9006595

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

時系列的に検出された車幅方向における車両の変位量を周波数変換することにより、各周波数パワー成分量を算出し、該周波数パワー成分量の平均値を高周波成分量として算出すると共に、運転者の覚醒度が低下した状態で顕在化するふらつき周波数を含む所定の周波数領域内における周波数パワー成分量の最大値を低周波成分量として算出する周波数解析処理部と、

上記覚醒度の推定値と上記低周波成分量との比から覚醒度の推定値を算出する覚醒度推定値算出部と、

上記覚醒度の推定値を道路形状に応じて補正する覚醒度道路形状補正部とを備え、

上記覚醒度道路形状補正部は、

舵角検出手段で検出した舵角に基づき舵角の大きさを判定し、小舵角と判定したときの舵角を積算する舵角積算手段と、

上記舵角の積算値が設定舵角領域に収まっているか否かを判定する舵角判定手段と、

上記舵角の積算値が上記設定舵角領域に収まっている場合、上記覚醒度の推定値を補正することを特徴とする運転者の覚醒度推定装置。

**【請求項 2】**

上記覚醒度道路形状補正部は、上記覚醒度の推定値を50%に減少補正することを特徴とする請求項1記載の運転者の覚醒度推定装置。

**【請求項 3】**

算出された覚醒度に基づいて、運転者の覚醒度を判定する運転者の覚醒度推定方法において、

時系列的に検出された車幅方向における車両の変位量を周波数変換することにより、各周波数パワー成分量を算出する第1のステップと、

上記信号処理部によって算出された周波数パワー成分量の平均値を高周波成分量として算出する第2のステップと、

運転者の覚醒度が低下した状態で顕在化するふらつき周波数を含む所定の周波数領域内における周波数パワー成分量の最大値を低周波成分量として算出する第3のステップと、

上記高周波成分量と上記低周波成分量との比から覚醒度を算出する第4のステップと、

舵角検出手段で検出した舵角に基づき舵角の大きさを判定し、小舵角と判定したときの舵角を積算する第5のステップと、

上記舵角の積算値が設定舵角領域に収まっているか否かを判定する第6のステップと、

上記舵角の積算値が上記設定舵角領域に収まっている場合、上記低周波成分量を減少補正する第7のステップと

を有することを特徴とする運転者の覚醒度推定方法。

**【請求項 4】**

上記第7のステップでは、上記低周波成分量を50%に減少補正することを特徴とする請求項3記載の運転者の覚醒度推定方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】運転者の覚醒度推定装置及び覚醒度推定方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、車体の横方向の変位量から運転者の覚醒度を推定する運転者の覚醒度推定装置及び覚醒度推定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

運転者の覚醒度の低下に起因した事故を未然に防止する技術の開発は、安全性の観点から重要な研究課題の一つであり、覚醒度低下を検出する手法や警報技術に関する研究が種々案出、採用されている。

【0003】

本出願人においても、特開2002-154345号公報において、走行環境や車速に大きな変化が生じても、正確に覚醒度を判断することができる覚醒度推定に関する技術を提案した。

【0004】

この公報に開示されている覚醒度推定技術では、先ず、車幅方向における車両の変位量を時系列的に検出し、これらの変位量を周波数変換することで、各周波数パワー成分量を算出し、次いで、それぞれの周波数パワー成分量の平均値が高周波成分量として算出される。同時に、運転者の覚醒度が低下した状態で顕在化するふらつき周波数を含む所定の周波数領域内における周波数パワー成分量の最大値が低周波成分量として算出される。

【0005】

そして、高周波成分量と低周波成分量との比に相当する覚醒度に基づいて、運転者の覚醒の程度を判断する。

【特許文献1】特開2002-154345号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した先行技術によれば、高周波成分量が少なく、且つ、低周波成分量が多い場合に、運転者の覚醒度が低いと判断される。

【0007】

しかし、例えば山間部を通る高速道路では、湾曲方向の異なるカーブが連続しており、通常に覚醒して運転者は、比較的小さい舵角でハンドルの切り返しを行いながら走行する。この場合のハンドルの切り返しが、ふらつきを判定する低周波成分として抽出され易く、誤判定を招く原因となる。

【0008】

本発明は、上記事情に鑑み、道路形状による覚醒度の誤判定を防止し、覚醒度をより正確に推定することができる運転者の覚醒度推定装置及び覚醒度推定方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため本発明による運転者の覚醒度推定装置は、時系列的に検出された車幅方向における車両の変位量を周波数変換することにより、各周波数パワー成分量を算出し、該周波数パワー成分量の平均値を高周波成分量として算出すると共に、運転者の覚醒度が低下した状態で顕在化するふらつき周波数を含む所定の周波数領域内における周波数パワー成分量の最大値を低周波成分量として算出する周波数解析処理部と、上記覚醒度の推定値と上記低周波成分量との比から覚醒度の推定値を算出する覚醒度推定値算出部と、上記覚醒度の推定値を道路形状に応じて補正する覚醒度道路形状補正部とを備え、上記覚醒度道路形状補正部は、舵角検出手段で検出した舵角に基づき舵角の大きさを判定し、小舵角と判定したときの舵角を積算する舵角積算手段と、上記舵角の積算値が設定舵角

領域に収まっているか否かを判定する舵角判定手段と、上記舵角の積算値が上記設定舵角領域に収まっている場合、上記覚醒度の推定値を補正することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、道路形状による覚醒度の誤判定を防止し、覚醒度をより正確に推定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面に基づいて本発明の一形態を説明する。

覚醒度推定装置の具体的な説明に先立ち、先ず、本形態にかかる覚醒度の推定方法の基本的な考え方について、図1及び図2を参照して説明する。

【0012】

図1はふらつきの少ないドライバの眠い状況における周波成分量の分布特性図の一例であり、図2はふらつきの多いドライバの眠くない状況における周波成分量の分布特性図の一例である。又、横軸は高周波成分量を示し、縦軸は低周波成分量を示す。

【0013】

図示した黒丸点は、あるタイミングにおいて算出された高周波成分量と、これと同じタイミングで算出された低周波成分量とで表される座標点（周波成分量点）をプロットしたものである。

【0014】

ここで、「周波成分量」とは、時系列的に検出された車幅方向における車両の変位量を周波数変換することにより得られる離散的な周波数パワー成分量である。通常の走行状態では、カーブ等に起因した意図的な操舵が行われるため、運転者の覚醒状態に拘わらず、比較的高周波側の成分量（高周波成分量）が、周波数領域の全体に亘って定常的に出現する傾向がある。本形態では、算出された周波数パワー成分量の平均値を「高周波成分量」としている。

【0015】

これに対して、比較的低周波側の成分量（低周波成分量）は、覚醒度が低下している走行状態においてのみ顕在化する傾向がある。本形態では、所定の周波数領域内における周波数パワー成分量の最大値を「低周波成分量」としている。この周波数領域は、後述するふらつき周波数を基準に設定された、ふらつき周波数を含む低周波数帯である。

【0016】

又、楕円で囲まれた領域は、覚醒度推定に大きな影響を与える領域、すなわち、高周波成分量が少なく、且つ、低周波成分量が多い領域である。運転者の覚醒度が低下するに従って、楕円領域内に存在する周波成分量点の個数が多くなる。低周波成分量を高周波成分量で除算した値（後述する  $P'_{slp}/P'_{ave}$ ）は、運転者の覚醒度が低下するほど、大きくなる。

【0017】

図1に示すように、ふらつきの少ない運転者が眠い状況における覚醒状態を考える。同図（a）は算出された周波成分量点（高周波成分量、低周波成分量）をそのままプロットした分布特性を示す。このタイプの運転者の特性としては、標準的な運転者の特性と比較して、低周波成分量が本來的に少ない。

【0018】

そのため、覚醒度が低下している走行下であっても、楕円で囲まれた領域内に周波成分量点があまり出現しない場合がある。その結果、覚醒度が低下しているにも拘わらず、覚醒度が低下していないと誤判定してしまう可能性がある。

【0019】

一方、図2に示すように、ふらつきの多い運転者が眠くない状況における覚醒状態を考える。同図（a）は算出された周波成分量点（高周波成分量、低周波成分量）をそのままプロットした分布特性を示す。このタイプの運転者の特性としては、標準的な運転者の特

性と比較して、低周波成分量が本的に多い。

【0020】

そのため、覚醒度が低下していない走行下であっても、橿円で囲まれた領域内に周波成分量点が多数出現してしまう場合がある。その結果、覚醒度が低下していないにも拘わらず、覚醒度が低下していると誤判定してしまう可能性がある。

【0021】

上述した2つのケースにおいて誤判定が生じる原因は、ふらつきに関する個々の運転者の固有特性を考慮していない点にある。運転者の固有特性は、低周波パーセンタイル値及び高周波パーセンタイル値に反映される。

【0022】

図1及び図2に示した白角点は、あるタイミングにおいて算出された高周波パーセンタイル値と、これと同じタイミングで算出された低周波パーセンタイル値とで表される座標点（パーセンタイル点）をプロットしたものである。あるタイミングにおいて算出されたパーセンタイル点（高周波パーセンタイル値、低周波パーセンタイル値）は、これと同じタイミングで算出された周波成分量点（高周波成分量、低周波成分量）と大きな相関がある。

【0023】

ここで、「高周波パーセンタイル値」は、高周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数パワー成分量の低い方からカウントしていった出現頻度の和の、総和に占める割合が所定の割合になるパーセンタイル値である。一人の運転者が行う一回の走行プロセスにおいて、高周波パーセンタイル値の変動は比較的少なく、ほぼ一定値となる傾向がある（運転者の覚醒状態にはほとんど依存しない）。

【0024】

尚、本形態では、上記所定の割合を80%とし、80パーセンタイル値（80%ile値）を用いているが、この割合は一例であって、70～90%の範囲内であればよい（次の低周波パーセンタイル値についても同様）。

【0025】

一方、「低周波パーセンタイル値」は、低周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数パワー成分量の低い方からカウントしていった出現頻度の和の、総和に占める割合が所定の割合（例えば80%）になるパーセンタイル値（例えば80%ile値）である。

【0026】

この低周波パーセンタイル値は、高周波パーセンタイル値の特性とは異なり変動が大きく、覚醒度の低下に伴い変動が大きくなる傾向がある。尚、高周波パーセンタイル値と低周波パーセンタイル値との比は、運転者が覚醒している限り、ほぼ一定値となる傾向がある。

【0027】

多数の運転者を対象とした走行実験を行い、得られた走行データを詳細に検討した結果、標準的な運転者（出現頻度が最も高い走行特性を示す仮想的な運転者）のパーセンタイル点（高周波パーセンタイル値、低周波パーセンタイル値）は（200, 400～500）であることが判明した。

【0028】

以下、標準的な運転者の高周波パーセンタイル値を「標準高周波パーセンタイル値」といい、本形態では200とする。又、標準的な運転者の低周波パーセンタイル値を「標準低周波パーセンタイル値」といい、本形態では500とする。

【0029】

そして、標準的な運転者のパーセンタイル点を「標準パーセンタイル点」という。尚、標準高周波パーセンタイル値に対する標準低周波パーセンタイル値の割合は、2～2.5倍の範囲内であればよく、例えば、標準パーセンタイル点を（200, 400）に設定してもよい。

【0030】

図1 (a) に示したケースでは、パーセンタイル点（高周波パーセンタイル値、低周波パーセンタイル値）が（100, 250）近傍に集中していることが分かる。従って、標準的な運転者のパーセンタイル点が（200, 500）であることに鑑みれば、図1 (a) に示す特性の運転者は、本来的にふらつきが少ない運転者であると判断することができる。

#### 【0031】

一方、図2 (a) に示したケースでは、パーセンタイル点が（100～200, 400～600）に集中していることが分かる。従って、標準的な運転者のパーセンタイル点が（200, 500）であることに鑑みれば、図2 (a) に示す特性の運転者は、本来的にふらつきの大きな運転者であると判断することができる。

#### 【0032】

そこで、本形態では、それぞれの周波成分量点を算出したパーセンタイル点と標準パーセンタイル点との縦横比でシフトさせることにより、周波成分量点を標準化する。

#### 【0033】

例えば、図1 (a) において、ある周波成分量点（100, 500）について考える。この場合、当該周波成分量点に対応するパーセンタイル点が（100, 250）とすると、これと標準パーセンタイル点（200, 500）との縦横比は、（横2.0倍、縦2.0倍）となる。その結果、この周波成分量点のシフト後の座標は（100×2.0, 500×2.0）、すなわち（200, 1000）になる。

#### 【0034】

このようなシフトを全ての周波成分量点に関して行うことにより、図1 (a) に示した分布特性は、同図 (b) に示した分布特性に補正される。このような補正を通じて、楕円で囲まれた領域内に周波成分量点が多数出現するため、本来的にふらつきが少ない運転者に関する誤判定を有効に防止することができる。

#### 【0035】

又、図2 (a) に示した分布特性に対しても同様のシフトを行う。例えば、同図 (a) において、ある周波成分量点（100, 1000）について考える。この場合、この周波成分量点に対応するパーセンタイル点が（100, 500）とすると、これと標準パーセンタイル点（200, 500）との縦横比は、（横2.0倍、縦1.0倍）となる。

#### 【0036】

その結果、この周波成分量点のシフト後の座標は（100×2.0, 1000×1.0）、すなわち（200, 1000）になる。このようなシフトを全ての周波成分量点に関して行うことにより、図2 (a) に示した分布特性は、同図 (b) に示した分布特性に補正される。このような補正を通じて、楕円で囲まれた領域内に出現する周波成分量点の数が減少するため、本来的にふらつきが多い運転者に関する誤判定を有効に防止することができる。

#### 【0037】

以上のようにして算出されたパーセンタイル点と標準パーセンタイル点との縦横比で、高周波成分量と低周波成分量とを補正する。これにより、ふらつきに関する運転者の個人差に拘わらず、全ての運転者を標準的な運転者と同等に取り扱うことができる。その結果、運転者の覚醒の程度を一層正確に判断することが可能となる。

#### 【0038】

一方、高速道路を走行中、山間部などカーブが連続する区間が存在する場合、ハンドルの切り返しが多くなるため、ふらつき量が多くなる。図3は覚醒状態の運転者が高速道路を走行中に、直線走行から湾曲方向が連続的に変化するカーブ走行へ移行したときのデータである。

#### 【0039】

同図 (a) は走行中における舵角量を、プラス側を左転舵、マイナス側を右転舵として示されている。同図 (b) は舵角加算値を示したものである。尚、同図 (b) の直線走行において、舵角加算値が大きく変化している部分は、ジャンクションを走行している状態である。

#### 【0040】

同図(c)に示すように、舵角加算値に基づいて覚醒度に関わる周波帯域パワー値を求め、周波数パワー成分量値の80パーセンタイル値(80%ile値)を示すと、湾曲方向が連続的に変化するカーブ走行では、矢印で示すように80パーセンタイル値が高くなっている。そのため、運転者の覚醒度推定においては、覚醒度が低下していると誤判定する可能性がある。これは、山間部を通る高速道路の曲率はある程度パターン化されており、ハンドルの切り返しが一定のパターンとなって表れるため、80パーセンタイル値が高くなってしまうと考えられる。

#### 【0041】

そのため、本形態では、高速道路におけるカーブ走行においては、後述する覚醒の度合いを表す覚醒度Hを補正し、同図(d)に示すように、直線走行と略同等の80パーセンタイル値が表れるようにする。

#### 【0042】

次に、図4を参照しながら、車両に搭載した覚醒度推定装置について説明する。覚醒度推定装置は、ADA車線認識部M1、車線認識結果補正部M2、周波数解析処理部M3、覚醒度道路形状補正部M4、個人差補正部M5、覚醒度算出部M6、警報制御部M7を備えている。

#### 【0043】

ADA車線認識部M1は、運転支援システム(ADA)を利用し、車両に搭載されているCCD(固体撮像素子)等を用いたステレオカメラや単眼カメラにより得られた画像に基づき、自車進行方向前方に位置する左右車線を認識する。

#### 【0044】

車線認識結果補正部M2は、精度の高い車線内変位データを取得するため、ADA車線認識部M1で認識した左右の車線位置の差から求めた認識レーン幅に基づいて、路面上に描かれた車線の線種を、予め設定した複数の線種のいずれかに分類し、分類した線種に基づいて車幅方向における車両の変位(横変位)を検出する。尚、車両の変位を算出する手順については、本出願人が先に提出した特開2002-163642号公報に詳述されている。

#### 【0045】

周波数解析処理部M3、覚醒度道路形状補正部M4、個人差補正部M5、覚醒度算出部M6、警報制御部M7の機能は、電子制御装置(ECU)により実現される。以下、図5に示す覚醒度算出ルーチンを参照し、上述したM3～M7の機能を対応させながら説明する。尚、このルーチンは所定周期で繰り返し実行される。

#### 【0046】

周波数解析処理部M3は、ステップS1～S6の処理を行う。先ず、ステップS1において、シフトレジスタに格納されている過去X秒間の変位量データをY秒(例えば90秒以下)ごとに読み出す。サンプル時間Xは、覚醒度を精度よく推定するため、ある程度長い時間(例えば50～80秒程度)に設定しておくことが好ましい。

#### 【0047】

そして、ステップS2において、時系列的に検出された変位量(横変位量)を高速フーリエ変換(FET)等を用いて周波数変換し、周波数スペクトルにおける各周波数パワー成分量(振幅)P[i]を算出する。本形態では、0.03～0.3[Hz]の周波数領域において、0.02[Hz]刻みで16個の周波数パワー成分量P[1]～P[16]を算出する。0.03[Hz]よりも低い周波数領域を考慮しない理由は、その領域のパワーはカーブ走行時に増大する傾向があり、運転者の覚醒の程度とは直接関係がないからである。又、0.3[Hz]よりも高い周波数領域を考慮しない理由は、通常、その周波数領域内におけるパワーは無視できる程度に小さいので、覚醒度Hの算出に要する演算量を減らすためである。

#### 【0048】

そして、ステップS3で、0.03～0.3[Hz]の周波数領域(i=1～16)における各周波数パワー成分量P[i]を下式に従って平準化して、平準化された周波数パワー成分量P'[i]を算出する。

$$P' [i] = P [t] \cdot f^n \quad \dots (1)$$

(べき数  $n$  :  $2.0 \leq n \leq 3.0$ )

#### 【0049】

車線内における車両のふらつきは、自然界に多く存在する揺らぎの一つであると考えた場合、その振幅は  $1/f$  であり、パワーは  $1/f^2$  となる。従って、式(1)におけるべき数  $n$  は理論的には  $2.0$  でよいが、実験結果より、  $n = 2.5$  とすることが好ましい。これは、車の諸元や運転に関する運転者の個人差、或いは走路の影響等によるものと思われる。但し、  $2.0 \sim 3.0$  の範囲内の任意のべき数を用いても運転者の覚醒度を判断することが可能である。本形態では、  $n = 2.5$  に設定している。

#### 【0050】

平準化された周波数パワー成分量  $P' [i]$  の分布により、全体的な特性を視覚的に確認することができる。すなわち、図9(a)に示すように、おおよそ50分後に覚醒低下時に現れる特徴的なふらつきが検出された場合、同図(b)に示すように、周波数成分  $i$  [Hz] と平準化された周波数パワー成分量  $P' [i]$  との関係で見た場合、ふらつき周波数  $f_1$  としての低周波領域である  $0.1$  [Hz] 付近の周波数パワー成分量  $P' [i]$  が急激に増大していることがわかる。

#### 【0051】

運転者の覚醒度が低下している状態では、車両の横変位量に関して、ふらつき周波数  $f_1$  付近のパワーが顕在化する傾向がある。換言すれば、覚醒度が低下した状態では、ふらつき周波数  $f_1$  を含む低周波数領域のパワーのみが増大し、それ以外のレベルは低いという特徴を有する。このような傾向に鑑み、ふらつき周波数  $f_1$  付近におけるパワーのピークと、それ以外の周波数領域のパワー状態とを比較することにより、運転者の覚醒度を判断することができる。

#### 【0052】

ここで、「ふらつき周波数  $f_1$ 」とは、運転者の覚醒度が低下した状態（居眠り状態を含む）で顕在化（又は収れん）する周波数をいう。一般に、乗用車では  $0.08 \sim 0.12$  [Hz] 当たりに出現する傾向があるが、実際には、ステアリング操作にともなう車両挙動の反応遅れ、車両特性、車速等の影響を受けるため、実験やシミュレーション等を通じて、車種毎に適切な値を設定する。尚、本形態では、ふらつき周波数  $f_1$  を  $0.1$  [Hz] に設定している。

#### 【0053】

ステップS4は、各周波数パワー成分量  $P' [1] \sim P' [16]$  の総和を求め、その平均値を高周波成分量  $P'_{ave}$  として算出する。但し、本形態では、運転者の覚醒の程度を、後述する覚醒度  $H$  に対してより正確に反映させるため、各周波数パワー成分量  $P' [1] \sim P' [16]$  のうちパワーが最大となるものを除外し、残りの周波数パワー成分量  $P' [i]$  より高周波成分量  $P'_{ave}$  を算出する。このようなフィルタリングを行う理由は、ふらつき周波数  $f_1$  のパワーの増大の影響と外乱の影響とを除去するためである。

#### 【0054】

ステップS5は、ふらつき周波数パワー判定、すなわち、ふらつき周波数  $f_1$  ( $0.1$  [Hz]) を含む所定の周波数領域 ( $0.09 \sim 0.11$  [Hz]) における周波数パワー成分量  $P' [4]$ 、  $P' [5]$  の大小を比較する。そして、パワー成分量の大きい方が高周波成分量  $P'_{slp}$  としてセットされる。

#### 【0055】

すなわち、 $0.11$  [Hz] のパワー成分量  $P' [5]$  が  $0.09$  [Hz] のパワー成分量  $P' [4]$  よりも小さい場合には、ステップS6へ進み、高周波成分量  $P'_{slp}$  としてパワー成分量  $P' [5]$  をセットする。

#### 【0056】

一方、 $0.11$  [Hz] のパワー成分量  $P' [5]$  が  $0.09$  [Hz] のパワー成分量  $P' [4]$  以上の場合には、ステップS7へ進み、高周波成分量  $P'_{slp}$  としてパワー成分量  $P' [5]$  がセットされる。

## 【0057】

そして、ステップS4～S7において算出された高周波成分量P'aveと低周波成分量P'slpとの組がシフトレジスタに格納される。

## 【0058】

次いで、ステップS8へ進む。ステップS8では、覚醒度道路形状補正部M4にて処理される覚醒度道路形状補正係数算出ルーチンが実行される。このルーチンは、図6に示すフローチャートに従って行われる。

## 【0059】

先ず、ステップS21で、積算値dakaku\_sumを下式に基づいて減算する。尚、積算値dakaku\_sumは、後述するステップS23或いはステップS24で与えられるもので、舵角検出手段としての舵角センサで検出した舵角dakakuに応じて設定される。

$$\text{dakaku\_sum} \leftarrow \text{dakaku\_sum} - ((\text{dakaku\_sum} / 500) + 1) \quad \cdots (2)$$

## 【0060】

次いで、ステップS22へ進み、舵角センサで検出した舵角dakakuを読み込み、その絶対値と判定舵角15(°)とを比較する。尚、判定舵角15(°)は高速道路のジャンクション等、比較的小さな曲率半径のカーブを走行中か否かを調べる値であり、これに限定されるものではなく、これよりも大きい値、或いは小さい値であっても良い。

## 【0061】

そして、 $| \text{dakaku} | > 15$ のときは、ステップS23へ進み、ステップS21で減算した積算値dakaku\_sumに、大舵角設定値45を加算する。

$$\text{dakaku\_sum} \leftarrow \text{dakaku\_sum} + 45$$

## 【0062】

一方、 $| \text{dakaku} | \leq 15$ のときは、ステップS24へ分岐し、ステップS21で算出した積算値dakaku\_sumに、 $((\text{dakaku})^2 / 5)$ を加算する。

$$\text{dakaku\_sum} \leftarrow \text{dakaku\_sum} + (\text{dakaku})^2 / 5$$

尚、舵角dakakuを二乗したのは、単に絶対値を算出したいために行った処理であるので、当初から舵角dakakuの絶対値を加算するようにしても良い。

## 【0063】

ところで、切り返しが多い走行路、すなわち湾曲方向が連続的に変化するカーブ走行では、 $| \text{dakaku} | > 0$ の状態で走行中、次のカーブに差し掛かるとハンドルを切り返すため、 $| \text{dakaku} |$ は徐々に0に近づき、やがて、 $| \text{dakaku} | = 0$ となり、次のカーブを走行する際には、 $| \text{dakaku} | > 0$ となる。そして、カーブが連続している場合は、これを繰り返すことになる。

## 【0064】

一方、ジャンクション等、曲率半径の比較的小さいカーブを走行する場合は、舵角dakakuは、一方向に大きく傾くため、ルーチンを繰り返す毎に、大舵角設定値45が積算される。

## 【0065】

次いで、ステップS25へ進み、ステップS25及びステップS26で、積算値dakaku\_sumに基づいて道路形状を判定する。

## 【0066】

すなわち、ステップS25では、積算値dakaku\_sumと大判定値1500とを比較し、ステップS26では、積算値dakaku\_sumと小判定値150とを比較する。

## 【0067】

そして、 $\text{dakaku\_sum} > 1500$ のときは、ステップS27へ進み、ふらつき警報をホールト(Halt)して、ルーチンを抜ける。

## 【0068】

大舵角判定値1500は、道路形状がインターチェンジ、ジャンクション等、比較的曲率半径の小さい道路、或いは一般道か否かを判定する値で有り、 $\text{dakaku\_sum} \geq 1500$ のときは、大舵角が連続しているため、覚醒度の推定を行うことができないので、後述する

ふらつき警報をホルト (Halt) する。

【0069】

又、 $150 < \text{dakaku\_sum} < 1500$  のときは、ステップ S 28 へ進み、覚醒度道路形状補正係数  $R_{\text{hosei}}$  を 0.5 にセットしてルーチンを抜ける ( $R_{\text{hosei}} \leftarrow 0.5$ )。

【0070】

$150 < \text{dakaku\_sum} < 1500$  は、小舵角の切り返しが連続しており、高速道路の形状が異なる方向のカーブの連続であると考えられるため、覚醒度道路形状補正係数  $R_{\text{hosei}}$  を 0.5 にセットする。尚、覚醒度道路形状補正係数  $R_{\text{hosei}}$  は、後述する覚醒度 H を算出する際に、読み込まれる。

【0071】

又、 $\text{dakaku\_sum} \leq 150$  のときは、ステップ S 29 へ進み、覚醒度道路形状補正係数  $R_{\text{hosei}}$  を 1 にセットしてルーチンを抜ける ( $R_{\text{hosei}} \leftarrow 1$ )。

【0072】

$\text{dakaku\_sum} \leq 150$  は、高速道路を直線走行していると考えられるため、覚醒度道路形状補正係数  $R_{\text{hosei}}$  を 1 として、通常通りの算出を行う。

【0073】

図 3 (e) に、高速道路を実際に走行したときの覚醒度道路形状補正係数  $R_{\text{hosei}}$  の変化を示す。湾曲方向が連続的に変化するカーブ走行で、同図 (c) の矢印の位置に示すように 80 パーセンタイル値が高くなっている領域では、覚醒度道路形状補正係数  $R_{\text{hosei}}$  が 0.5 に設定される。その結果、同図 (d) に示すように、80 パーセンタイル値を覚醒度道路形状補正係数  $R_{\text{hosei}}$  で補正することで、80 パーセンタイル値が直線走行と同等の値に修正される。

【0074】

そして、図 5 に示すステップ S 9 へ進むと、個人差補正部 M 5 での処理が実行される。詳細には、高周波成分量  $P'_{\text{ave}}$  と低周波成分量  $P'_{\text{slp}}$  に基づいて、補正係数  $K_2$  を算出する。

【0075】

この補正係数  $K_2$  は、図 7 に示す補正係数算出ルーチンに従って算出される。先ず、ステップ S 31 で、シフトレジスタに格納されている高周波成分量  $P'_{\text{ave}}$  の履歴を取得する。本形態では、取得する高周波成分量  $P'_{\text{ave}}$  の履歴の数を 500 サンプルとしている。

【0076】

次いで、ステップ S 32 へ進むと、高周波成分量  $P'_{\text{ave}}$  に基づいて、高周波パーセンタイル値  $\alpha_1$  を算出する。

【0077】

図 10 を参照しながら、高周波パーセンタイル値  $\alpha_1$  の算出方法について説明する。先ず、取得したサンプル分について高周波成分量  $P'_{\text{ave}}$  のヒストグラムを作成する。次に、このヒストグラムにおいて、周波数パワー成分量の低い方からカウントしていくた出現頻度の和の、総和に占める割合が所定の割合になる値を高周波パーセンタイル値  $\alpha_1$  とする。

【0078】

本形態では、この割合を 80 % として高周波成分量  $P'_{\text{ave}}$  の 80 パーセンタイル値を算出する。換言すれば、このように算出される高周波パーセンタイル値  $\alpha_1$  は、周波数パワー成分量の低い方から 80 % のしきい値である。このしきい値によって、ヒストグラムにおける異常値が除かれ、このヒストグラムにおける主要なデータ範囲を正規分布に近づけることができる。

【0079】

次いで、ステップ S 33 において、シフトレジスタに格納された低周波成分量  $P'_{\text{slp}}$  の履歴を取得する。本形態では、取得する低周波成分量  $P'_{\text{slp}}$  の履歴の数を 500 サンプルとしている。

**【0080】**

その後、ステップS34において、低周波成分量P' slpに基づき、低周波パーセンタイル値 $\alpha_2$ を算出する。

**【0081】**

低周波パーセンタイル値 $\alpha_2$ の算出方法について説明する。先ず、取得したサンプル分について低周波成分量P' slpのヒストグラムを作成する。次に、このヒストグラムにおいて、周波数パワー成分量の低い方からカウントし、低周波成分量P' slpの80パーセンタイル値を低周波パーセンタイル値 $\alpha_2$ とする。

**【0082】**

次いで、ステップS35において、高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ が正常であるか否かを判断する。すなわち、高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ が所定の下限値 $\alpha_{1\text{low}}$ （例えば、100）よりも大きいか、又は、高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ が所定の上限値 $\alpha_{1\text{high}}$ （例えば、300）よりも小さいか否かを判断する。高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ が下限値 $\alpha_{1\text{low}}$ から上限値 $\alpha_{1\text{high}}$ の範囲内であれば、ステップS37へ進む。

**【0083】**

これに対して、高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ が下限値 $\alpha_{1\text{low}}$ よりも小さい場合、又は、上限値 $\alpha_{1\text{high}}$ よりも大きい場合、高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ が正常でないと判断し、ステップ36へ進む。

**【0084】**

このようなしきい値を設けた理由は、これらの値の範囲内に高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ が収まっていない場合には、運転者の個人差以上の要因の影響（環境要因の影響等）が大きく、標準的な運転者に補正するデータとしては不適切だからである。すなわち、高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ が下限値 $\alpha_{1\text{high}}$ よりも小さい場合は、このような運転者に対して補正を行うと、覚醒度が低下していると誤判定を招く可能性が高い。一方、高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ が上限値 $\alpha_{1\text{high}}$ よりも大きい場合は、車両のふらつきが正確に識別されていない状態や、高速道路の乗り始めなどで発生する可能性が高い。

**【0085】**

そして、ステップS36へ進むと、補正係数K2として1をセットして、ルーチンを抜ける。補正係数K2は、後述する覚醒度Hを算出するステップS12において読み込まれる。K2=1の場合は、P' slp/P' aveの値を補正することなく、この値がそのまま覚醒度Hとして設定される。

**【0086】**

一方、ステップ37において、高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ と標準高周波パーセンタイル値との比であるK1を算出する。この標準高周波パーセンタイル値は、標準的な運転者の高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ に相当する値であり、本形態では200に設定されている。

**【0087】**

次に、ステップ38において、低周波パーセンタイル値 $\alpha_2$ に、ステップ37で算出した比K1を乗じることにより、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha_2'$ を算出する。

**【0088】**

その後、ステップ39へ進み、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha_2'$ が正常か否かを判断する。すなわち、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha_2'$ が所定の下限値 $\alpha_{2'\text{low}}$ （例えば、400）よりも大きいか、又は、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha_2'$ が所定の上限値 $\alpha_{2'\text{high}}$ （例えば、500）よりも小さいか否かを判断する。

**【0089】**

補正低周波パーセンタイル値 $\alpha_2'$ が下限値 $\alpha_{2'\text{low}}$ から上限値 $\alpha_{2'\text{high}}$ の範囲内であれば、ステップ30に進む。これに対して、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha_2'$ が下限値 $\alpha_{2'\text{low}}$ よりも小さい場合、又は、上限値 $\alpha_{2'\text{high}}$ よりも大きい場合、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha_2'$ が正常でないと判断し、ステップ36へ分岐する。

**【0090】**

このようなしきい値を設けた理由は、これらの値の範囲内に補正低周波パーセンタイル

値  $\alpha_2'$  がない場合には、運転者の個人差以上の要因の影響が大きく、標準的な運転者に補正するデータとしては不適切だからである。すなわち、補正低周波パーセンタイル値  $\alpha_2'$  が下限値  $\alpha_2'$  low より小さい場合、このような運転者に対して補正を行うと、覚醒度が低下していると誤判定を招く可能性が高い。又、補正低周波パーセンタイル値  $\alpha_2'$  が上限値  $\alpha_2'$  high より大きい場合には、運転者の覚醒度の低下が継続している状態である。

#### 【0091】

又、ステップ S 39 からステップ 40 へ進むと、補正低周波パーセンタイル値  $\alpha_2'$  に基づいて補正係数 K 2 を算出する。この補正係数 K 2 は、補正された低周波パーセンタイル値  $\alpha_2'$  と所定の標準低周波パーセンタイル値との比として算出して、ルーチンを抜ける。

#### 【0092】

この標準低周波パーセンタイル値は、標準的な運転者の高周波パーセンタイル値  $\alpha_2$  に相当する値であり、本形態では 500 に設定されている。

#### 【0093】

尚、このように算出された補正係数 K 2 は、高周波パーセンタイル値  $\alpha_1$  及び補正低周波パーセンタイル値  $\alpha_2'$  が正常であるか否か判断するために、ステップ S 35 ~ S 40 により算出される。しかしながら、その値を算出するだけであれば、以下の手順で算出してもよい。

#### 【0094】

先ず、標準高周波パーセンタイル値と、高周波パーセンタイル値  $\alpha_1$  との比である第 1 の比を算出する。次に、標準低周波パーセンタイル値と、高周波パーセンタイル値  $\alpha_2$  との比である第 2 の比を算出する。このように算出された第 1 の比と第 2 の比とを積算すれば、補正係数 K 2 を算出することができる。

#### 【0095】

そして、図 5 に示すステップ S 10 へ進むと、覚醒度算出部 M 6 で、ステップ S 10 ~ S 12 の処理が実行される。

#### 【0096】

先ず、ステップ S 10 では、高周波成分量  $P'$  ave の下限判定を行う。そして、高周波成分量  $P'$  ave が、予め設定された下限値  $P_{low}$  (例えば 100) よりも小さい場合は ( $P'$  ave <  $P_{low}$ ) 、運転者の覚醒の状態が安定しているものと判断し、ステップ S 11 へ進み、高周波成分量  $P'$  ave を下限値  $P_{low}$  でセットする ( $P'$  ave  $\leftarrow$   $P_{low}$ ) 。

#### 【0097】

これにより、ステップ S 12 における覚醒度 H の算出に際して、分母が過小になり覚醒度 H が不適切に大きくなってしまうことが防止される (覚醒度 H の増大は覚醒度の低下を意味する)。

#### 【0098】

これに対して、高周波成分量  $P'$  ave が下限値  $P_{low}$  以上であれば ( $P'$  ave  $\geq P_{low}$ ) 、ステップ S 12 へジャンプする。

#### 【0099】

ステップ S 12 へ進むと、覚醒度 H を下式に基づいて算出して、ルーチンを抜ける。覚醒度 H は、経時的要素を考慮しない瞬間的な覚醒度に相当し、高周波成分量  $P'$  ave と、低周波成分量  $P'$  slp との比を補正係数 K 2 、及び覚醒度道路形状補正係数 R\_hosei で補正することによって算出される。尚、上述したように高周波パーセンタイル値  $\alpha_1$  、及び補正低周波パーセンタイル値  $\alpha_2'$  が異常であると判定された場合は、ステップ S 36 において補正係数 K 2 に 1 がセットされる。この場合に算出された覚醒度 H は、補正係数 K 2 によって補正せずに算出された覚醒度 H に相当する。

$$H = (P'_{slp} \times R_{hosei} \times K 2) / P'_{ave} \times 100 \quad \cdots (3)$$

尚、図 6 のステップ S 27 において、ふらつき警報をホルト (Halt) した場合、覚醒度 H は算出されない。

## 【0100】

図9 (b) に示すように、覚醒度Hは、運転者が覚醒している状態では、低周波成分量P' slp (P' [4]、又はP' [5]) が小さいため、小さな値となる。これに対して、運転者の覚醒度が低下している状態では、低周波成分量P' slpが増大するため、覚醒度Hの値は大きくなる。このように、覚醒度Hは、運転者の覚醒度を反映した値となる。

## 【0101】

又、覚醒度道路形状補正係数R\_hoseiは、高速道路の形状に従って設定される値で有り、方向の異なるカーブが連続する場合、覚醒度道路形状補正係数R\_hoseiは0.5に設定されるため（図6のステップS 28参照）、覚醒度Hは通常の50%減となる。その結果、図3 (d) に矢印で示すように、方向が連続的に変化するカーブを走行した場合の80パーセンタイル値(80%ile値)が、直線走行時と同等に補正され、ふらつきによる誤判定が防止される。

## 【0102】

次に、警報制御部M 7での処理が行われる。ここでは、図8に示す警報判定ルーチンが実行される。先ず、ステップS 51で、覚醒度推定値count\_ineを算出する。

## 【0103】

覚醒度推定値count\_ineは、先ず、図5のステップS 12で算出した覚醒度Hに基づき、表1よりステップ値 $\beta$  1～ $\beta$  9を設定する。尚、これらのステップ値 $\beta$  1～ $\beta$  9は、覚醒度Hの値に応じて覚醒度推定値count\_ineの変更量を変えるため、 $|\beta_1| > |\beta_2| > |\beta_3| > |\beta_4| > |\beta_5|$ ,  $|\beta_6| < |\beta_7| < |\beta_8| < |\beta_9|$ を具備する非線形な関係を有する。

## 【0104】

(ステップ値 $\beta$ の設定)

【表1】

覚醒度H	ステップ値 $\beta$
$\geq 600$	$\beta_1$
$\geq 500$	$\beta_2$
$\geq 400$	$\beta_3$
$\geq 300$	$\beta_4$
$\geq 200$	$\beta_5$

覚醒度H	ステップ値 $\beta$
$\geq 150$	$\beta_6$
$\geq 100$	$\beta_7$
$\geq 50$	$\beta_8$
$\geq 0$	$\beta_9$

## 【0105】

尚、本形態では、各ステップ値 $\beta$  1～ $\beta$  9を、 $\beta_1 = +50$ ,  $\beta_2 = +32$ ,  $\beta_3 = +16$ ,  $\beta_4 = +8$ ,  $\beta_5 = +4$ ,  $\beta_6 = -2$ ,  $\beta_7 = -4$ ,  $\beta_8 = -8$ ,  $\beta_9 = -16$ としている。

## 【0106】

そして、覚醒度推定値count\_ineに現在値のステップ値 $\beta$ を加算又は減算することにより、覚醒度推定値count\_ineの値を更新する (count\_ine  $\leftarrow$  count\_ine  $\pm \beta$ )。但し、上限値がcount\_ine = 400に設定されている。

## 【0107】

その後、ステップS 52へ進み、覚醒度推定値count\_ineに基づき、運転者の覚醒レベルを判定し、そのレベルに応じたふらつき警報を行う。本形態では、覚醒レベルを以下の5モードに設定している。

## 【0108】

$0 \leq \text{count\_ine} \leq 109$  …通常状態  
 $110 \leq \text{count\_ine} \leq 119$  …一次警報待機状態

$120 \leq \text{count\_ine} \leq 349$  …一次警報状態  
 $350 \leq \text{count\_ine} \leq 399$  …二次警報待機状態  
 $\text{count\_ine} = 400$  …二次警報状態

#### 【0109】

そして、 $0 \leq \text{count\_ine} \leq 109$ のときは、通常の運転状態で有り、運転者は通常の覚醒レベルにあると判断し、ステップS53から、そのままルーチンを抜ける。

#### 【0110】

一方、 $110 \leq \text{count\_ine} \leq 119$ のときは、覚醒レベルが低下した、眠い状態にあると判断し、ステップS54へ進み、一次警報待機状態となる。

#### 【0111】

次いで、ステップS55へ進み、一次逸脱の判定を行う。図11に示すように本形態では、車線に対して内側25cmの位置に仮想逸脱一次ラインを設定し、自車が、この仮想逸脱一次ラインを超えたか否かを調べる。

#### 【0112】

覚醒度推定値が、 $110 \leq \text{count\_ine} \leq 119$ の領域にあるときは、運転者が眠い状態にあり、車体に小さいふらつきが発生している状態にあり、仮想逸脱一次ラインを車線に対し、比較的近い位置に設定しても、この仮想逸脱一次ラインを超えたときに、運転者に注意を促すことで、ふらつきを容易に回避させることができる。従って、このような覚醒レベルのやや低下した状態では、運転者に対して不用意に注意を促すよりも、自車が仮想逸脱一次ラインを逸脱する迄、警報を待機させておくことで、運転者に対し不快感を与えることが無くなる。

#### 【0113】

そして、自車が仮想逸脱一次ラインを超えていないときは、ルーチンを抜け、一次待機状態を維持する。一方、自車が仮想逸脱一次ラインを超えてたときは、ステップS56へ進み、覚醒度推定値count\_ineを120に設定し( $\text{count\_ine} \leftarrow 120$ )、ルーチンを抜ける。

#### 【0114】

自車が仮想逸脱一次ラインを超えたときは、一次警報が作動する。一次警報は、運転者に対し、車がふらついていることを知らせる程度にする。例えば、カーナビゲーション等に装備されているモニタに「ふらつき注意」の文字を点灯させ、同時に、音声スピーカから「車がふらついています」との音声を出力する。

#### 【0115】

又、ステップS52で、 $120 \leq \text{count\_ine} \leq 349$ と判定したときは、ステップS57へ進み、一次警報状態となる。例えば、自車が仮想逸脱一次ラインを逸脱すると、ステップS56で、覚醒度推定値count\_ineが120に設定されるため、ステップS56へ進み、一次警報状態となり、運転者の覚醒レベルを監視する。

#### 【0116】

先ず、ステップS58で、前回の覚醒度推定値count\_ineを調べる。前回も、 $120 \leq \text{count\_ine} \leq 349$ のときは、前々回のルーチン実行時に、既に一次警報待機状態になっており、或いは現在、一次警報状態にある、の何れかであるため、そのままルーチンを抜け、現在の状態を維持する。

#### 【0117】

一方、前回の覚醒度推定値count\_ineが、 $120 \leq \text{count\_ine} \leq 349$ から外れている場合、すなわち、一次警報状態へ移行して、最初のルーチン実行時のときは、ステップS59へ進み、自車が仮想逸脱一次ラインを超えたか否かを監視する。

#### 【0118】

前回のルーチン実行時に仮想逸脱一次ラインを逸脱し、ステップS56で覚醒度推定値count\_ineが120に設定された場合で、逸脱が継続されている場合は、そのままルーチンを抜け、一次警報の作動状態が維持される。或いはここで逸脱が最初に検出されたときは、一次警報が作動する。

## 【0119】

一方、ステップS59で、自車が通常の走行レーンへ戻された場合、或いは、自車が仮想逸脱一次ラインを超えていないときは、ステップS60へ進み、覚醒度推定値count\_ineを119に戻し (count\_ine←119) 、ルーチンを抜ける。その結果、次のルーチン実行時には、ステップS54へ進み、一次警報待機状態となる。

## 【0120】

又、ステップS52で覚醒度推定値count\_ineが、 $350 \leq \text{count\_ine} \leq 399$ の領域にあると判定されて、ステップS61へ進むと、二次警報待機状態となる。そして、ステップS62へ進み、仮想逸脱二次ラインを自車が逸脱したか否かを監視する。

## 【0121】

仮想逸脱二次ラインを逸脱していない場合は、そのままルーチンを抜け、二次警報待機状態を維持する。従って、運転者の覚醒レベルの低下が検知されても、自車が仮想逸脱二次ラインを逸脱するまでは二次警報を発することはない。

## 【0122】

一方、仮想逸脱二次ラインを逸脱したときは、ステップS63へ進み、覚醒度推定値count\_ineを400に設定し (count\_ine←400) 、ルーチンを抜ける。

## 【0123】

覚醒度推定値count\_ineが $350 \sim 399$ を示す状態は、非常に眠い状態を示しており、比較的大きな蛇行が発生していると考えられる。このような状態では、運転者の認知度が低下しており、しかも反応時間に遅れが生じ易いため、仮想逸脱二次ラインを、図12に示すように、車線から比較的離れた位置 (35cm) に設定し、警報タイミングを早める。

## 【0124】

自車が仮想逸脱二次ラインを逸脱したときは、二次警報が作動する。二次警報は、強い警報を行い、運転者に注意を促す必要があるため、例えばカーナビゲーション等に装備されているモニタには「ふらつき注意」の文字を赤色で表示させると共に点滅させる。同時に、音声スピーカから「ピッピッピッ。車がふらついています」との音声を出力せる。

## 【0125】

又、ステップS52で覚醒度推定値count\_ineが400であると判定されたときは、ステップS64へ進み、二次警報状態となる。そして、ステップS65へ進み、前回の覚醒度推定値count\_ineを調べる。例えばステップS63で覚醒度推定値count\_ineが400に設定された後の、最初のルーチン実行時は、ステップS66へ進む。このとき、自車が仮想逸脱二次ラインを越えている場合は、現在の状態を維持したままルーチンを抜ける。

## 【0126】

一方、自車が通常の走行レーンへ戻された場合、或いは、自車が仮想逸脱二次ラインを超えていないときは、ステップS67へ進み、覚醒度推定値count\_ineを399に戻して (count\_ine←399) 、ルーチンを抜ける。同様に、ステップS51で算出した覚醒度推定値count\_ineが、いきなり上限の400を示したために、ステップS65へ分岐した場合、ステップS65からステップS66へ進むが、そのとき仮想逸脱二次ラインを逸脱していないければ、ステップS67で、覚醒度推定値count\_ineが399に戻される。その結果、次のルーチン実行時は、ステップS61へ進み、二次警報待機状態となる。

## 【0127】

一方、ステップS65で、前回の覚醒度推定値count\_ineが400と判定された場合、すなわち、覚醒レベルが低く、非常に眠い状態が継続されている場合、ステップS68へ進み、逸脱警報早鳴り状態を設定してルーチンを抜ける。

## 【0128】

本形態では、覚醒度推定値count\_ineの最大値を400とし、それ以上においては、運転者の覚醒レベルに拘わりなく、設定した逸脱警報早鳴りラインを逸脱するまで待機し、逸脱警報早鳴りラインを逸脱したとき、車線逸脱警報を作動させる。

## 【0129】

車線逸脱警報は、モニタ等に「前方注意」の文字を点滅させると共に、警報音を鳴らすことを行われる。

【0130】

図13に示すように、本形態では、逸脱警報早鳴りラインを、車線に対して内側20cmの位置に設定している。

【0131】

財団法人日本自動車研究所発行「警報に対する人間の反応時間の調査研究」資料番号J99-8、平成12年3月、によれば、車線逸脱警報を、車線に対して20cm(0.2m/s×1s)内側で吹鳴させると、車線からの大きな逸脱を防止できることが明記されている。従って、大きく蛇行している低覚醒時に逸脱警報を作動させることで、最終的な車両の逸脱量を、覚醒状態と同程度に抑制することが期待できる。

【0132】

このように、本形態では、補正係数K2によって覚醒度Hを補正することにより、運転者の個人差に起因した高周波成分量P'aveの値と低周波成分量P'slpの値との大小を解消することができる。従って、図1及び図2に示すような様々な運転者を標準的な運転者として扱うことができるため、運転者の個人差に起因した誤判定の問題を解消することができ、運転者の覚醒の程度を一層正確に判断することができる。

【0133】

又、本形態では、高周波パーセンタイル値 $\alpha_1$ 及び補正低周波パーセンタイル値 $\alpha_2$ が正常でないと判断された場合には、補正係数K2による補正を行わず(K2=1に相当)に覚醒度Hを算出している。このように覚醒度Hを算出しているため、環境要因などの影響が大きい場合に、これらの影響までも補正して覚醒度Hを算出するような問題を解消することができる。

【0134】

又、上述した高周波成分量P'aveのレベルについて下限値を設定した上で、覚醒度Hを算出している。これにより、覚醒度Hの算出式である(3)式における分母がP'aveにより過小になることを規制するため、高速走行時におけるわずかな外乱や運転者固有の運転パターンの影響を受けることなく、覚醒度の推定を精度よく行うことが可能となる。

【0135】

又、本形態では、車両の横変位のふらつきにより、ふらつき周波数f1を含む周波数領域内におけるパワーのピークが、それ以外の周波数領域のパワーよりも顕在化した場合、運転者の覚醒度低下を検出する。このような検出手法では、安定した高速走行時に、横変位量が総じて小さい状況や軽い横風や大型車の脇を通過する状況が生じたとしても、覚醒度の誤判定を防止することができる。

【0136】

更に、舵角を積算し、小さい舵角が連続しているような場合は、カーブの連続した高速道路を走行中と判断して、覚醒に係わる低周波成分量P'slpを下げる補正をしたので、高速走行等における連続したカーブを走行中において、道路形状に起因する誤判定を回避することができる。

【0137】

又、覚醒レベルの低下を検出しても、車線の内側に設定した仮想逸脱ラインを逸脱するまでは監視のみとして、警報を発しないようにしたので、覚醒レベルに応じた警報をほぼ一定のタイミングで発することができ、運転者に不快感を与えることが無くなる。

【0138】

更に、覚醒レベルに応じて、警報タイミングを可変するようにしたので、車両の逸脱量をより最小限にとどめることができる。

【図面の簡単な説明】

【0139】

【図1】ふらつきの少ない運転者の眠い状況における周波成分量の分布特性図

【図2】ふらつきの多い運転者の眠くない状況における周波成分量の分布特性図

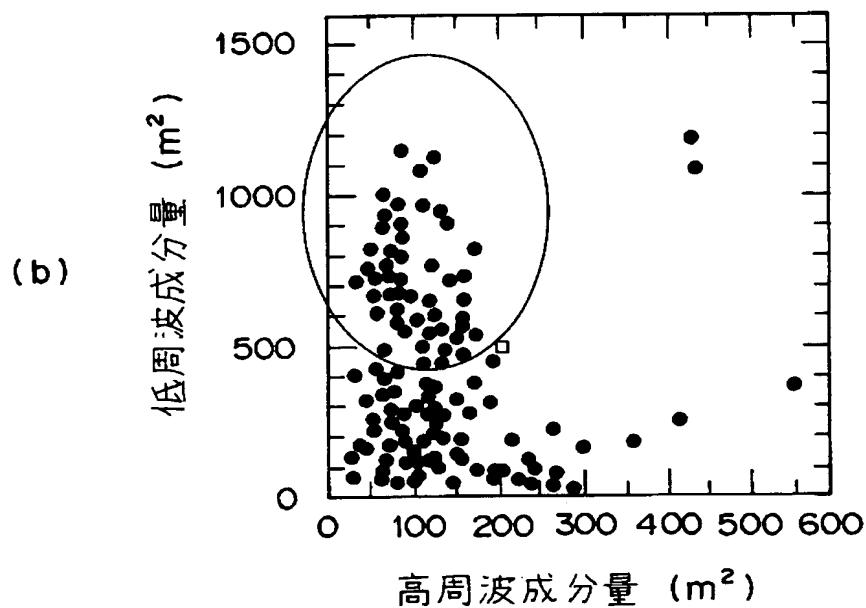
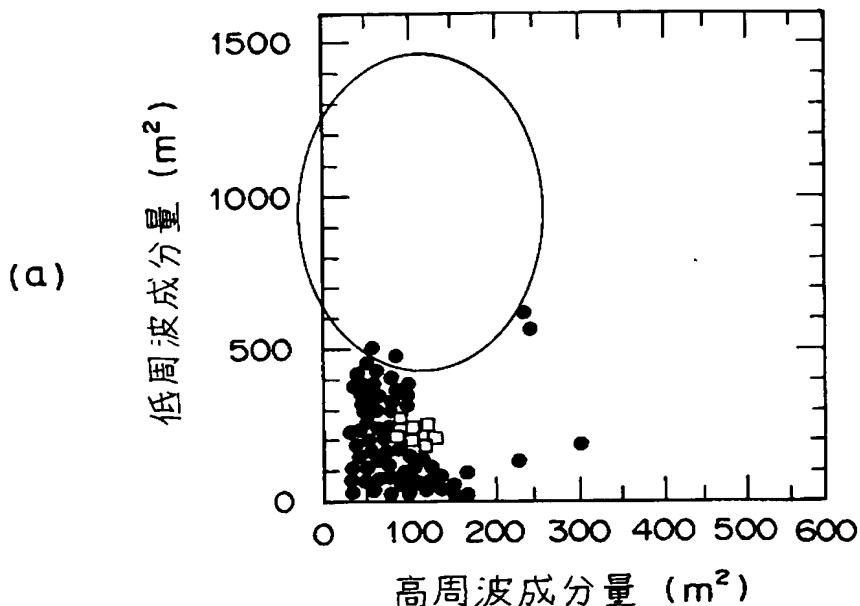
- 【図3】高速道路の直線走行と連続カーブ走行における特性を示す説明図
- 【図4】覚醒度推定装置の機能ブロック図
- 【図5】覚醒度算出ルーチンを示すフローチャート
- 【図6】覚醒度道路形状補正係数算出ルーチンを示すフローチャート
- 【図7】個人差補正係数算出ルーチンを示すフローチャート
- 【図8】警報判定ルーチンを示すフローチャート
- 【図9】覚醒度算出の説明図
- 【図10】高周波パーセンタイル値の説明図
- 【図11】一次警報待機状態の説明図
- 【図12】二次警報待機状態の説明図
- 【図13】二次警報、逸脱警報早鳴り状態の説明図

**【符号の説明】****【0140】**

- M1 ADA車線認識部
- M2 車線認識結果補正部
- M3 周波数解析処理部
- M4 覚醒度道路形状補正部
- M5 個人差補正部
- M6 覚醒度算出部
- M7 警報制御部

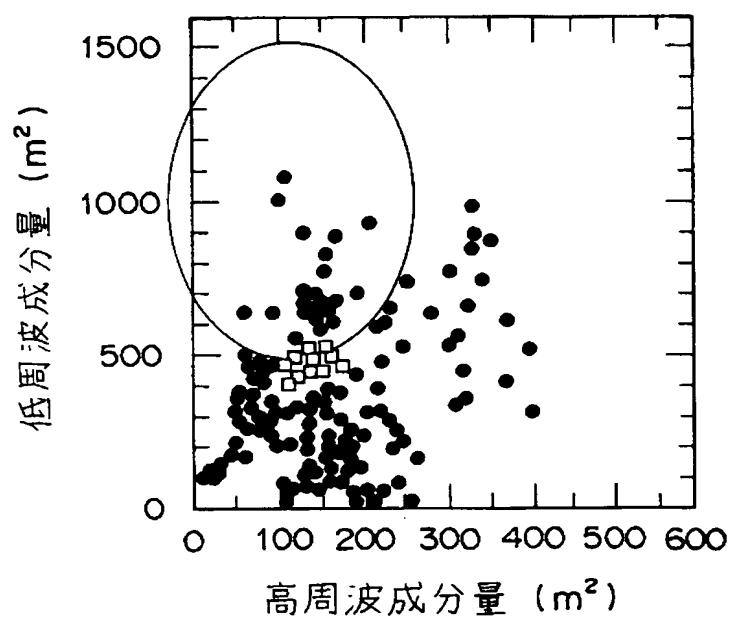
代理人 弁理士 伊藤 進

【書類名】図面  
【図1】

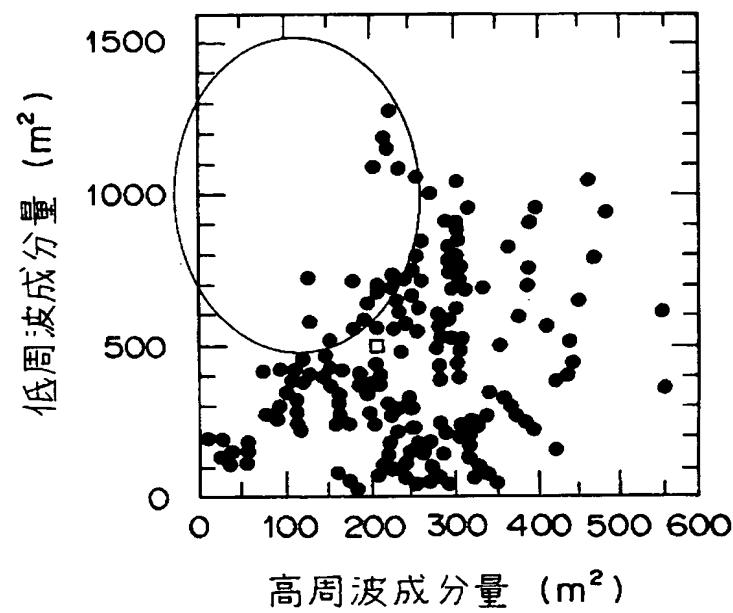


【図2】

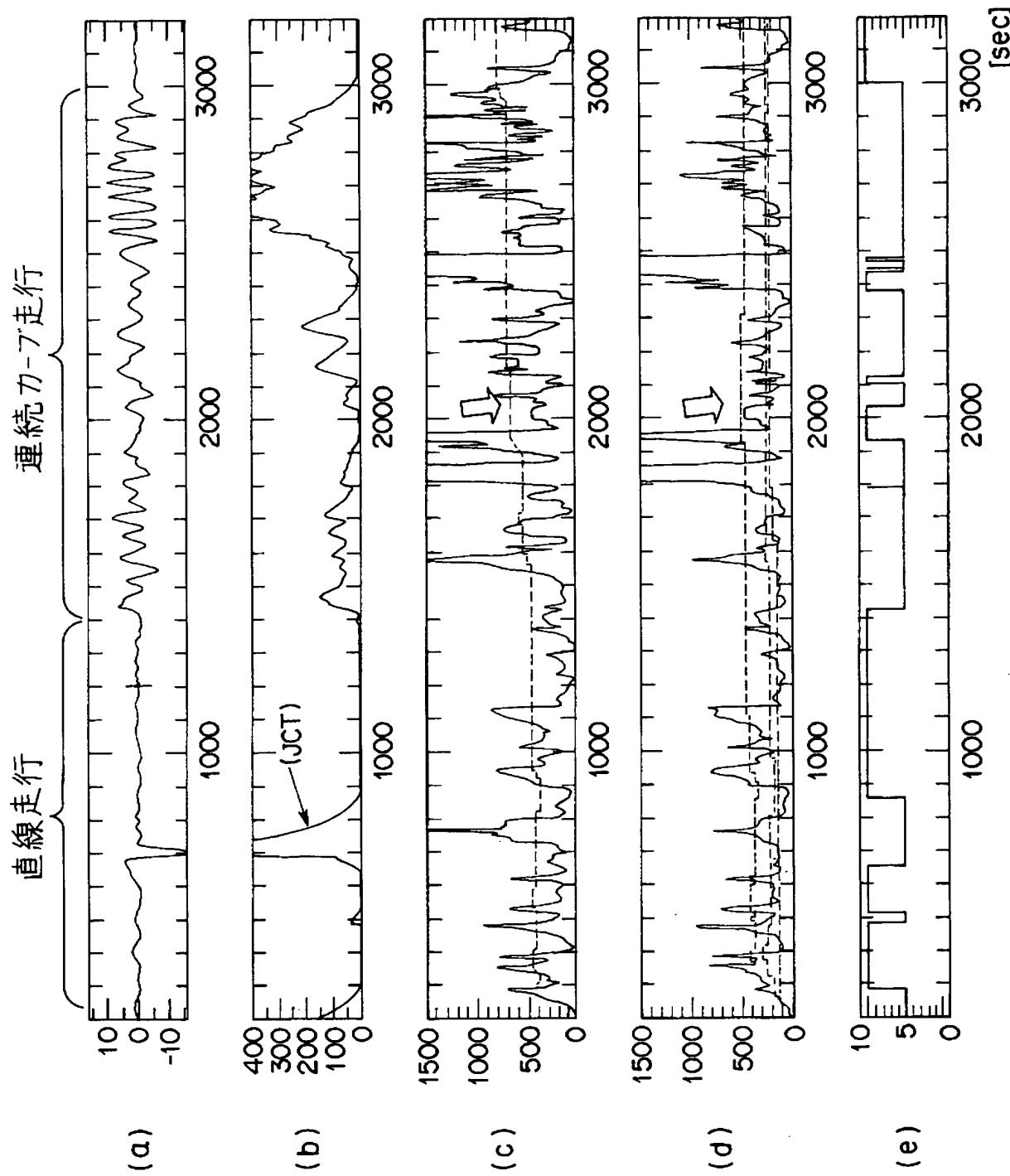
(a)



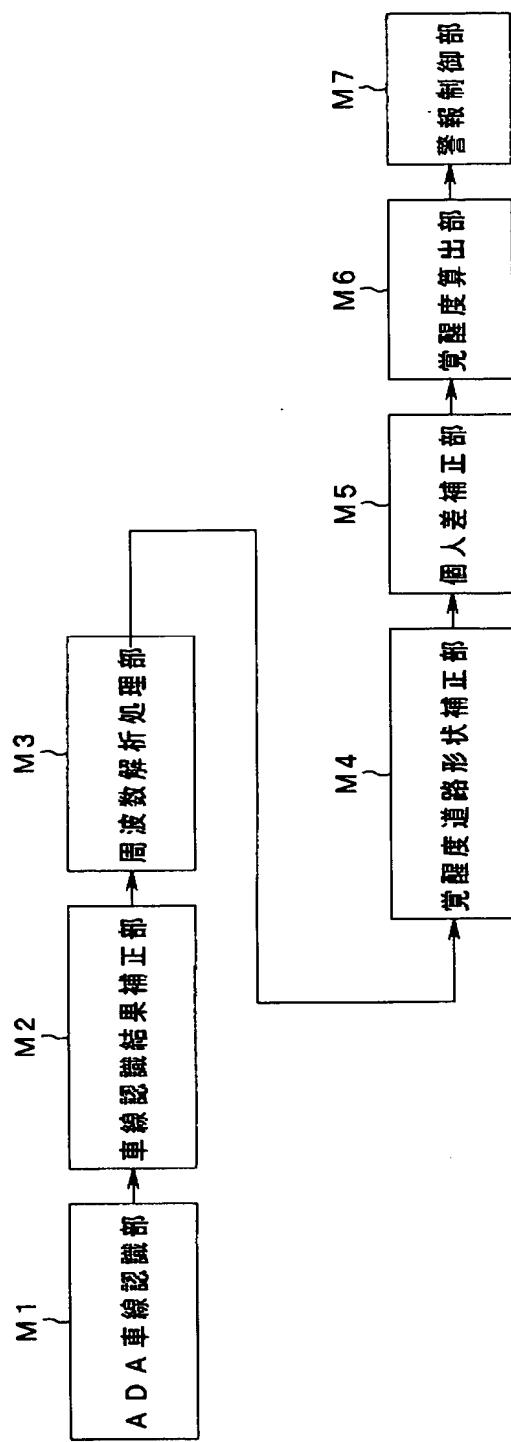
(b)



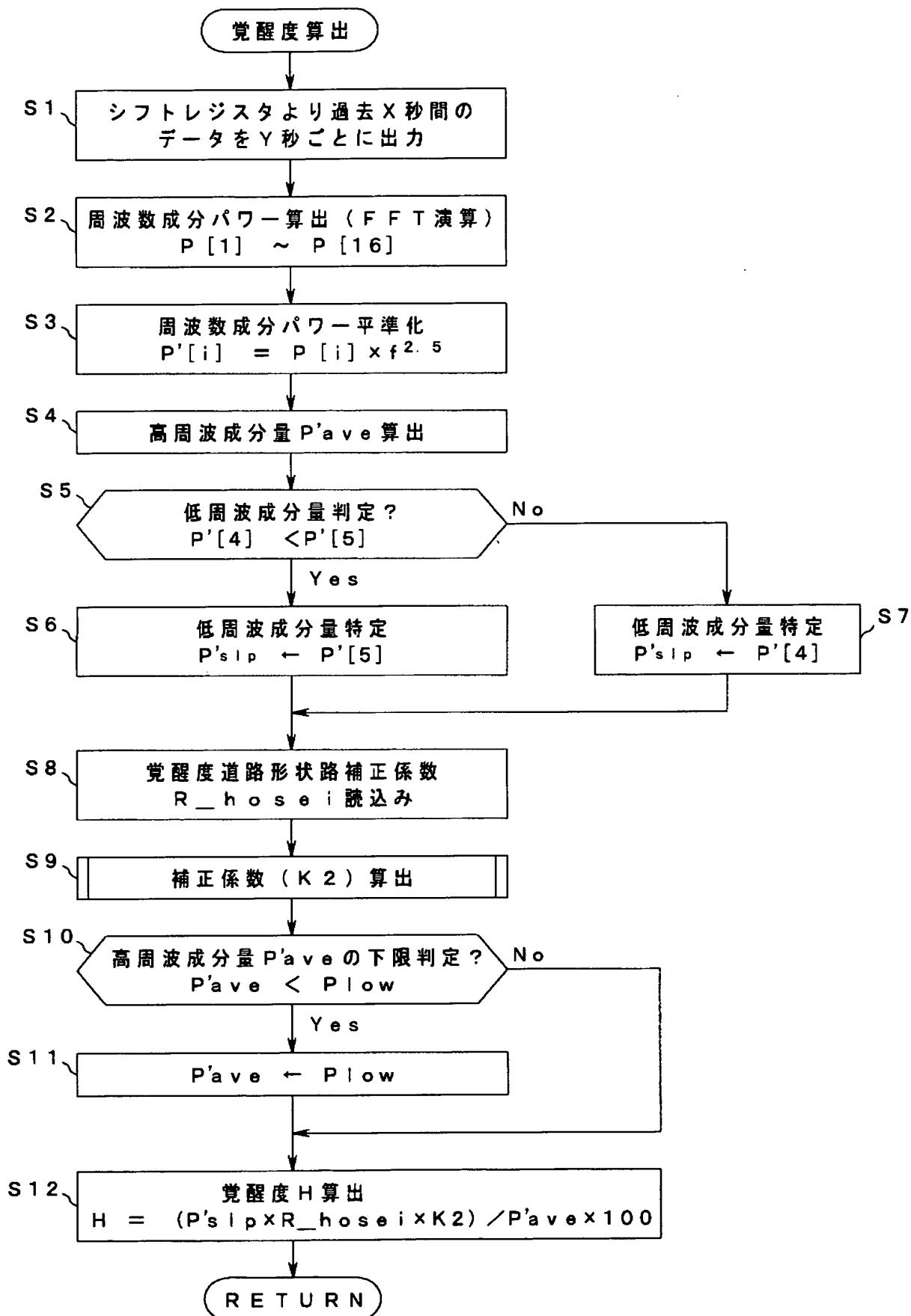
【図3】



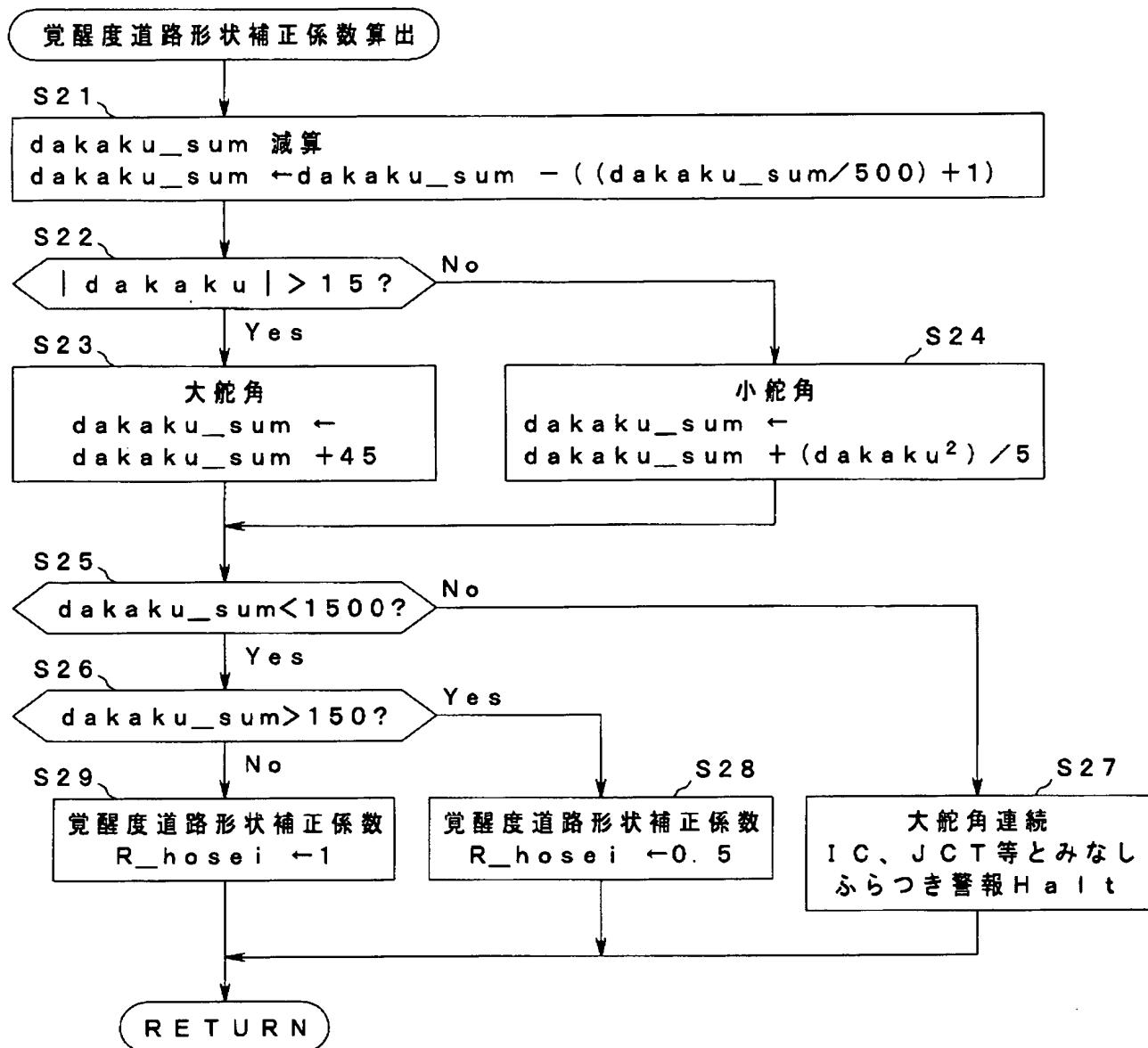
【図 4】



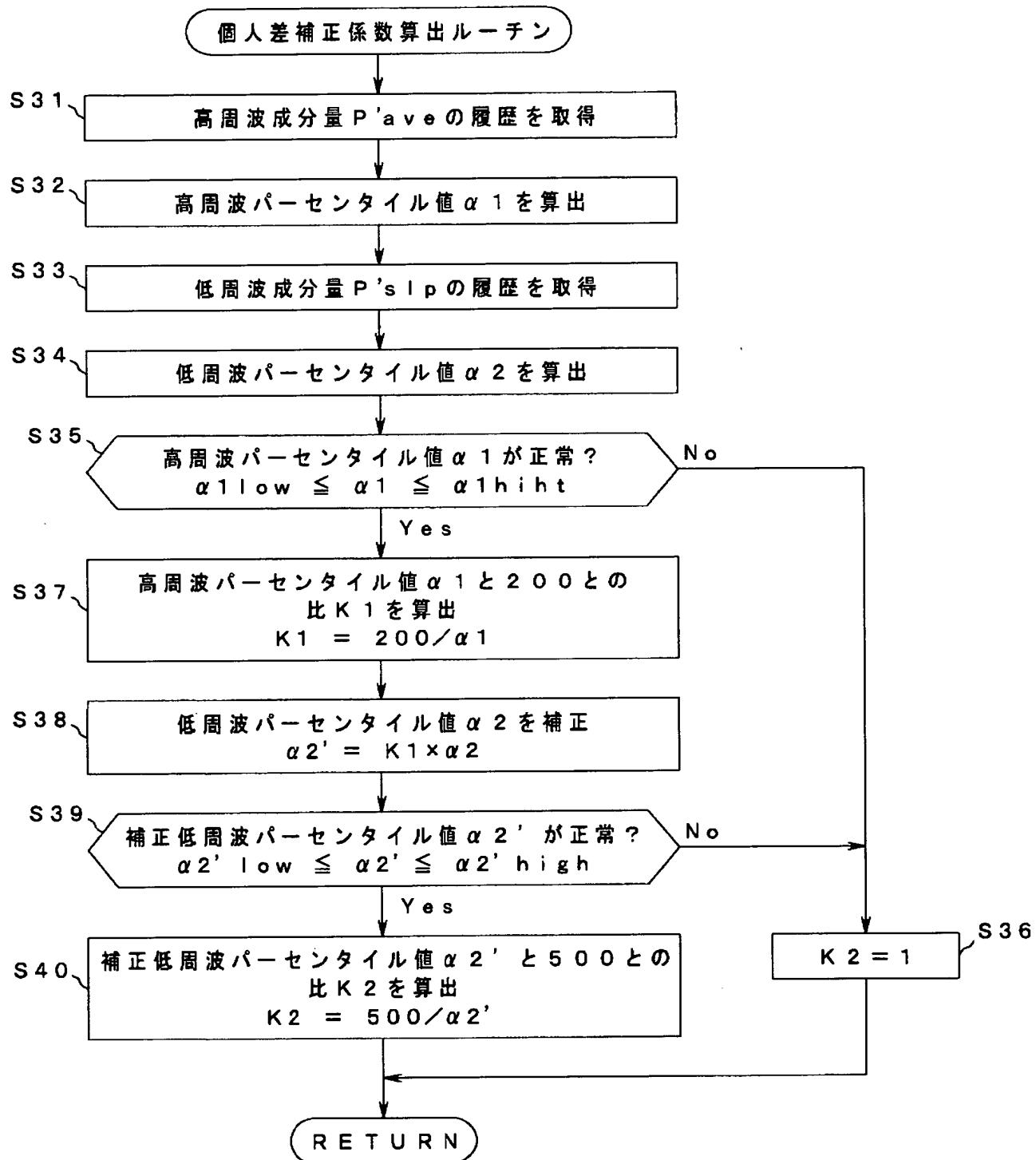
【図5】



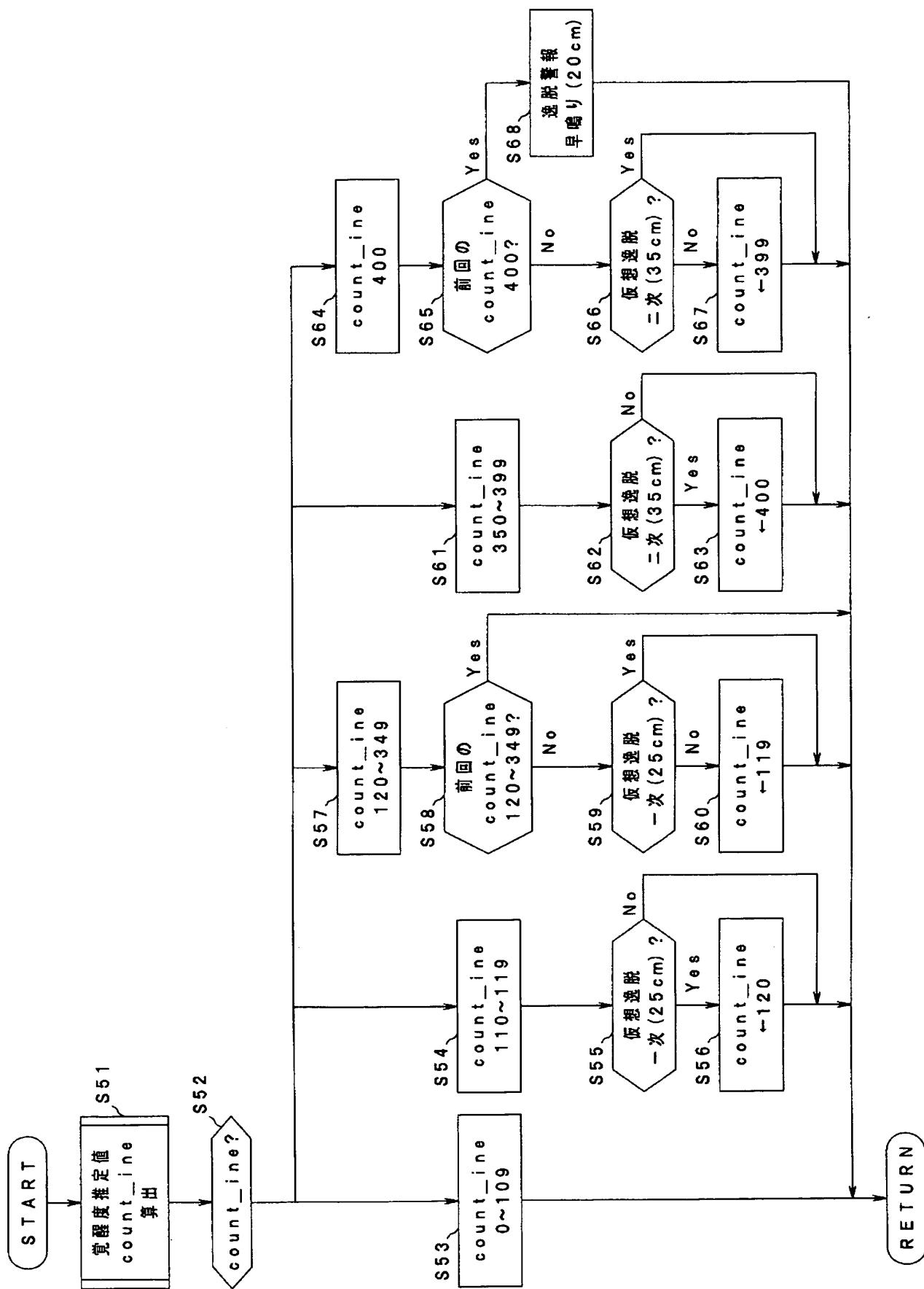
【図6】



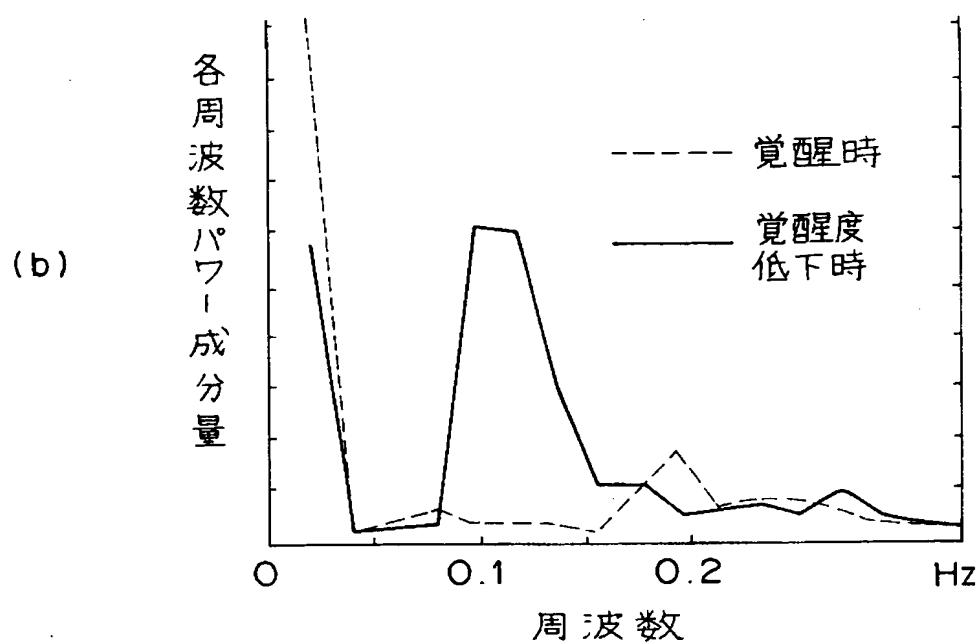
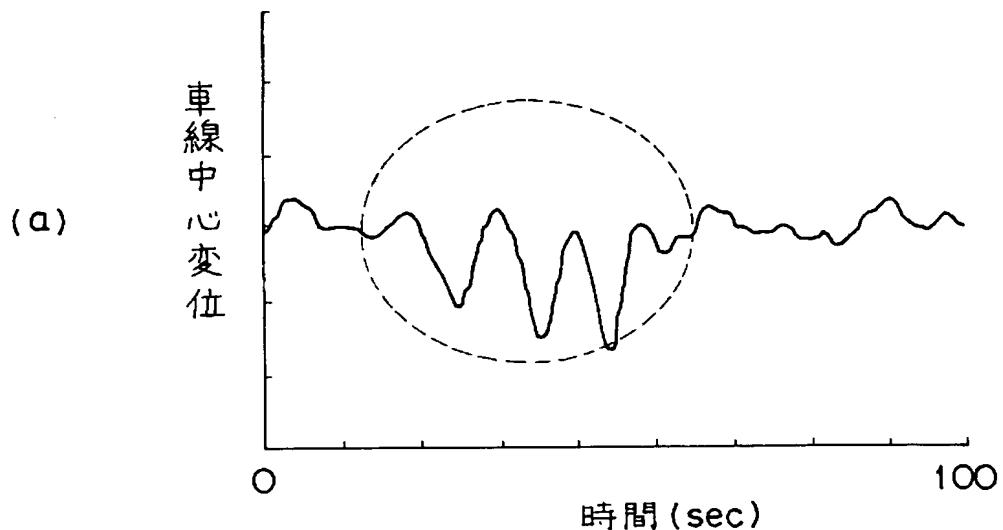
【図7】



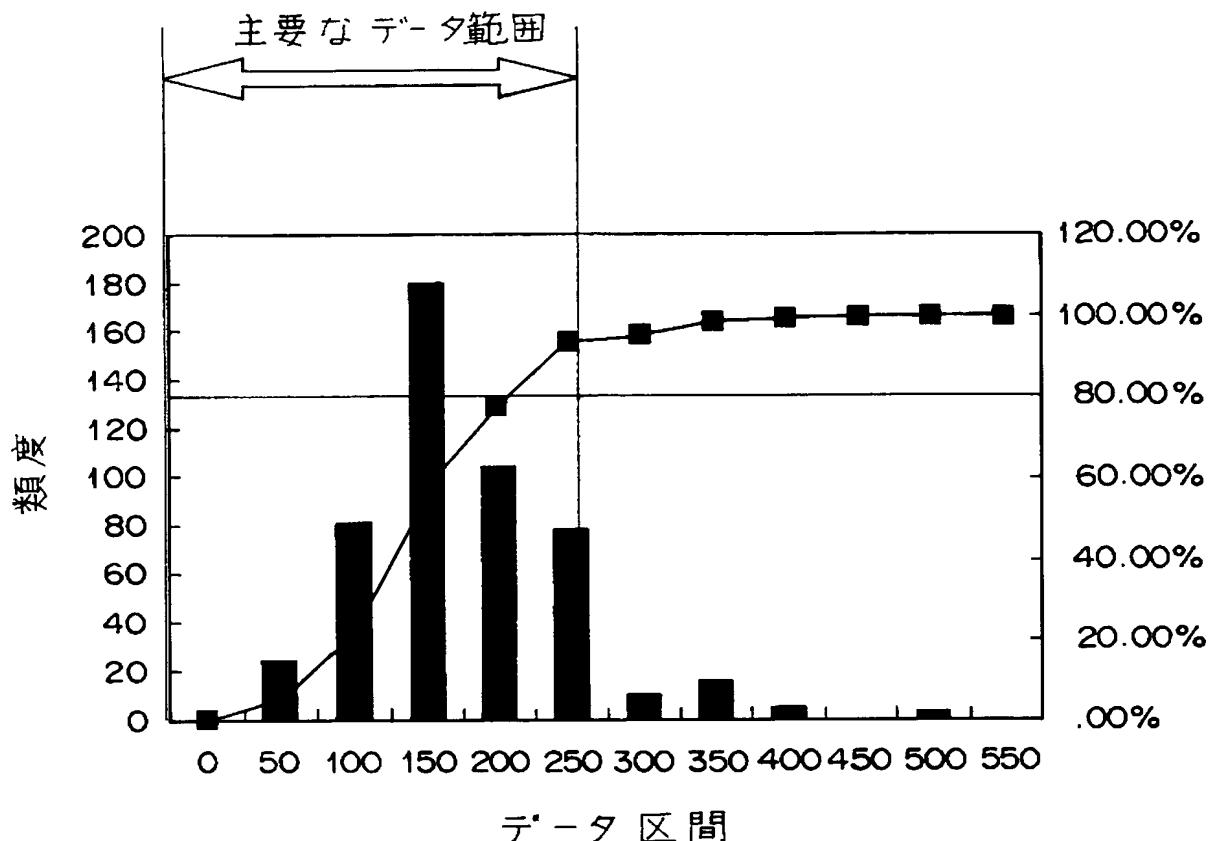
【図8】



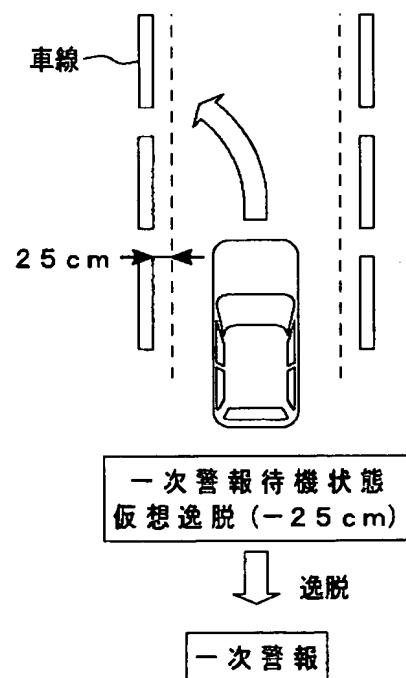
【図9】



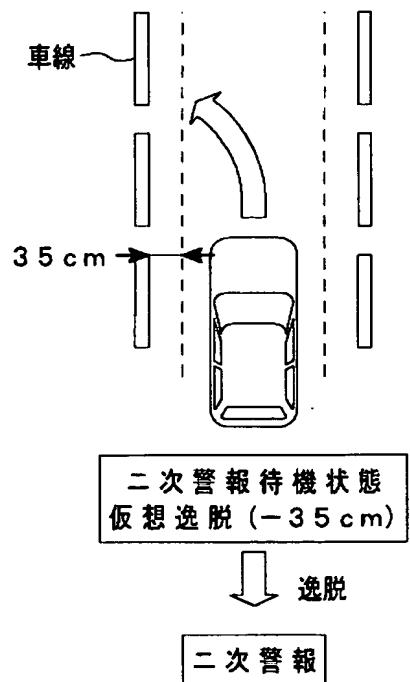
【図10】



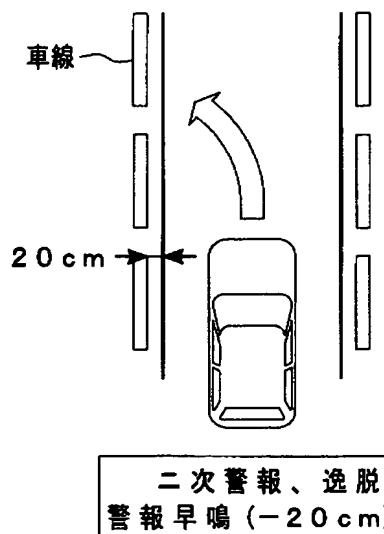
【図11】



【図12】



【図13】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】道路形状による覚醒度の誤判定を防止し、覚醒度をより正確に推定できるよう にする。

【解決手段】舵角dakakuが $\pm 15^\circ$ 以内のとき(S22)、その舵角dakakuを積算して積算 値dakaku\_sumを算出し(S24)、積算値dakaku\_sumが設定量域に収まっているときは(S25, S2 6)は、覚醒度道路形状補正係数R\_hoseiを0.5に設定し(S28)、覚醒度道路形状補正係数R\_h oseiで覚醒度を評価する覚醒度Hを減少補正することで、道路形状による覚醒度の誤判定 を防止する。

【選択図】図 6

特願 2003-301997

出願人履歴情報

識別番号 [000005348]

1. 変更年月日 1990年 8月 9日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号  
氏名 富士重工業株式会社